

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-268994

(43)Date of publication of application : 28.09.2001

(51)Int.Cl.

H02P 9/00

F03D 7/04

F03D 9/00

(21)Application number : 2000-079854

(71)Applicant : SANKEN ELECTRIC CO LTD  
ZEPHYR KK

(22)Date of filing : 22.03.2000

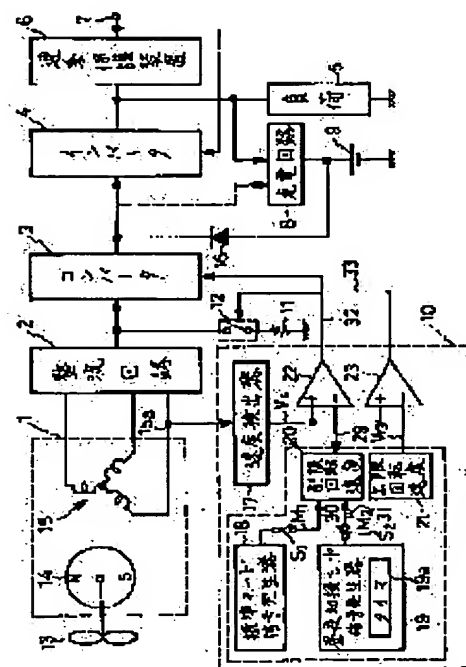
(72)Inventor : KAWACHI SHOICHI  
ITO SHIGERU  
ITO RYOSUKE  
SATO KIYOSHI

## (54) WIND FORCE GENERATED POWER CONTROLLER

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To solve a problem of a difficulty in use of a wind force generator in a residential area due to noise increase of the generator at a strong wind time.

**SOLUTION:** An output voltage of a converter 3 connected to an output stage of the wind force generator 1 is raised at the strong wind time to increase a load current. The generator 1 is electromagnetically braked to suppress an acceleration in the rotating speed of the generator. Thus, when a limit in the speed is not sufficient, a rotating speed limiting load 11 is connected to an output line of the generator 1. To prevent a noise at night, a limiting level of the speed at night is set lower than a limiting level in the daytime.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 02.04.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the  
examiner's decision of rejection or application  
converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3423663

[Date of registration] 25.04.2003

[Number of appeal against examiner's decision of  
rejection][Date of requesting appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of extinction of right]

BEST AVAILABLE COPY

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2001-268994  
(P2001-268994A)

(43) 公開日 平成13年9月28日 (2001.9.28)

(51) IntCl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-リ-ト* (参考)
H 0 2 P	9/00	H 0 2 P 9/00	F 3 H 0 7 8
F 0 3 D	7/04	F 0 3 D 7/04	A 5 H 5 9 0
	9/00	9/00	B

審査請求 有 請求項の数 9 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2000-79854(P2000-79854)

(22) 出願日 平成12年3月22日 (2000.3.22)

(71) 出願人 000106276

サンケン電気株式会社

埼玉県新座市北野3丁目6番3号

(71) 出願人 597120112

ゼファー株式会社

東京都港区赤坂6丁目13番19号

(72) 発明者 河内 祥一

埼玉県新座市北野三丁目6番3号 サンケン電気株式会社内

(74) 代理人 100072154

弁理士 高野 則次

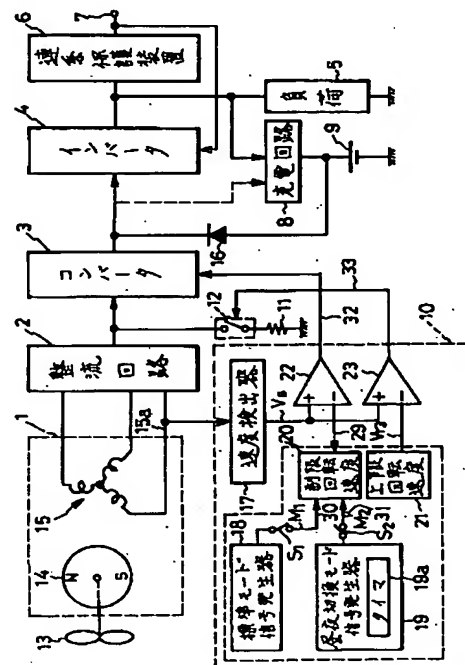
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 風力発電電力制御装置

(57) 【要約】

【課題】 強風時に風力発電機の騒音が大きくなり、住宅地での使用が困難であった。

【解決手段】 強風時に風力発電機1の出力段に接続されるコンバータ3の出力電圧を上げて負荷電流の増大を図り、風力発電機1に電磁的にブレーキをかけて回転速度の上昇を抑える。これによって回転速度の制限が十分でない時には回転速度制限用負荷11を風力発電機1の出力ラインに接続する。夜間の騒音を防止するために、夜間における回転速度の制限レベルを昼間の制限レベルよりも低くする。



**【特許請求の範囲】**

【請求項 1】 風力発電機の回転速度を検出する回転速度検出手段と、

前記風力発電機の出力電流を制御する電流制御手段と、  
前記風力発電機の制限回転速度を示す信号を発生する制限回転速度信号発生手段と、

前記回転速度検出手段から得られた検出速度を示す信号と前記制限回転速度信号発生手段から得られた制限回転速度を示す信号とを比較し、この比較結果を前記電流制御手段に送る比較手段とを具備し、前記電流制御手段は、前記検出速度が前記制限回転速度よりも高いことを示す前記比較手段の出力にตอบสนองして前記風力発電機の回転速度の上昇を抑えるように前記風力発電機の出力電流を増大させる制御手段を有していることを特徴とする風力発電電力制御装置。

【請求項 2】 前記制限回転速度信号発生手段は、レベルの異なる複数の制限回転速度を示す信号を発生するものであり、

前記比較手段は、前記検出速度信号と前記複数の制限回転速度信号とを比較する複数の比較器と、前記複数の比較器の出力を選択的に送出するための選択出力回路とを有しており、

前記電流制御手段は、前記選択出力回路から選択的に与えられた前記複数の比較器の出力にตอบสนองして前記風力発電機の出力電流のレベルを複数段階に変えるものであることを特徴とする請求項 1 記載の風力発電電力制御装置。

【請求項 3】 前記風力発電機は、風車に結合された永久磁石から成る回転子と、この回転子の回転に応じて電圧を発生する電機子巻線とを有する交流発電機であり、前記電流制御手段は、前記交流発電機に整流回路を介して接続され且つ少なくとも 1 つのスイッチ素子を含み、前記スイッチ素子のオン・オフ制御によって直流電圧レベルを交換する構成の直流-直流変換回路と、前記直流-直流変換回路の出力段の電圧が所定値になるように前記スイッチ素子を制御し且つ前記検出速度が前記制限回転速度よりも高いことを示す前記比較手段の出力にตอบสนองして前記出力段の電圧を高めるように前記スイッチ素子のオン時間幅を長くするスイッチ制御回路とを有していることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の風力発電電力制御装置。

【請求項 4】 更に、前記直流-直流変換回路に接続されたインバータと、前記インバータに接続された負荷と、前記インバータの出力端子及び前記負荷に接続された商用電源接続手段とを有していることを特徴とする請求項 2 又は 3 記載の風力発電電力制御装置。

【請求項 5】 前記風力発電機は交流発電機であり、前記電流制御手段は、前記交流発電機に交流-直流交換回路を介して接続された直流-交流変換回路と、前記直流-交流変換回路の出力電圧が所定値になるように前記直

流-交流変換回路を制御し且つ前記検出速度が前記制限回転速度よりも高いことを示す前記比較手段の出力にตอบสนองして前記直流-交流変換回路の出力電圧を高めるように前記直流-交流変換回路を制御する手段とから成ることを特徴とする請求項 1 記載の風力発電電力制御装置。

【請求項 6】 更に、前記直流-直流変換回路の出力端子又は前記インバータの出力端子に充電手段を介して接続された蓄電池を有していることを特徴とする請求項 2 又は 3 又は 4 又は 5 記載の風力発電電力制御装置。

【請求項 7】 更に、前記風力発電機の回転速度の上昇を抑えるために使用される回転速度制限用固定負荷と、前記回転速度制限用固定負荷を前記風力発電機に選択的に接続するための選択接続手段と、

前記制限回転速度よりも高い上限回転速度を示す信号を発生する上限回転速度信号発生手段と、

前記回転速度検出手段から得られた検出速度信号と前記上限回転速度信号発生手段から得られた上限回転速度信号とを比較し、前記検出速度が前記上限回転速度よりも高いことを示す比較結果によって前記選択接続手段を接続状態に制御する比較手段とを有していることを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか記載の風力発電電力制御装置。

【請求項 8】 前記制限回転速度を任意に変える手段を有していることを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれかに記載の風力発電電力制御装置。

【請求項 9】 24 時間を分割したものから成る少なくとも第 1 及び第 2 の時間帯を設定するための時間帯信号を発生する時間帯信号発生手段と、

前記第 1 の時間帯と前記第 2 の時間帯とで前記制限回転速度の値を変える手段とを有していることを特徴とする請求項 1 乃至 8 のいずれかに記載の風力発電電力制御装置。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

【発明の属する技術分野】本発明は、風力発電機によって負荷に電力を供給する際に風力発電機の回転速度を制限することができる風力発電電力制御装置に関する。

**【0002】**

【従来の技術】典型的な風力発電システムは、風力発電機と整流回路とコンバータとインバータと負荷とを有して商用電源系統に接続されている。この種の風力発電システムにおいて、風速の増大によって風力発電機の発電電力が急激に増大すると、風力発電システム側から商用電源系統への電力供給が急増し、商用系統側の電圧及び周波数が変動する恐れがある。この変動は、風力発電機に対して固定の抵抗を選択的に接続することによって抑制される。

**【0003】**

【発明が解決しようとする課題】ところで、風力発電機を普及させるためには騒音及び振動を低減させることが

必要になる。風力発電機の騒音及び振動は強風時に大きくなる。

【0004】そこで、本発明の目的は、強風時における騒音又は振動を抑制することができる風力発電電力制御装置を提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決し、上記目的を解決するための本発明は、風力発電機の回転速度を検出する回転速度検出手段と、前記風力発電機の出力電流を制御する電流制御手段と、前記風力発電機の制限回転速度を示す信号を発生する制限回転速度信号発生手段と、前記回転速度検出手段から得られた検出速度を示す信号と前記制限回転速度信号発生手段から得られた制限回転速度を示す信号とを比較し、この比較結果を前記電流制御手段に送る比較手段とを具備し、前記電流制御手段は、前記検出速度が前記制限回転速度よりも高いことを示す前記比較手段の出力に応答して前記風力発電機の回転速度の上昇を抑えるように前記風力発電機の出力電流を増大させる制御手段を有していることを特徴とする風力発電電力制御装置に係わるものである。

【0006】なお、請求項2に示すように複数の制限回転速度を設けることが望ましい。また、請求項3に示すように、回転速度が制限回転速度よりも高くなった時に、直流—直流変換回路のスイッチ素子のオン時間幅を長くしてこの出力電圧を高めて出力電流を大きくし、風力発電機に電磁的にブレーキをかけることが望ましい。また、請求項4に示すように、インバータを設け、このインバータに負荷及び商用電源接続手段即ち商用連系手段を接続することが望ましい。また、請求項5に示すように直流—交流変換回路で出力電流を制御することができる。また、請求項6に示すように蓄電池を設けることが望ましい。また、請求項7に示すように回転速度制限用固定負荷を設け、上限回転速度を超えた時にこれを発電機に接続することが望ましい。また、請求項8に示すように、制限回転速度を任意に変える手段を設けることが望ましい。また、請求項9に示すように時間帯によって制限回転速度を変えることが望ましい。

【0007】

【発明の効果】各請求項の発明によれば、風力発電機の回転速度が制限回転速度よりも高くなると、電流制御手段（例えば直流—直流変換回路）によって風力発電機の出力電流の増大が図られる。これにより、風力発電機に電磁的にブレーキがかかり、回転速度の上昇が抑制される。このため、風力発電機による騒音又は振動を比較的簡単な構成で抑制することができる。また、請求項2の発明によれば、複数の制限回転速度によって回転速度を制限するので、出力電圧の急激な変化を伴わずに回転速度の上昇の抑制を円滑に進めることができる。また、請求項3の発明によれば、直流—直流変換回路を使用して出力電流を制御し、回転速度の制限を行うので、

特別な電流制御装置を設けずに出力電流の制御を行うことができる。このため、回転速度制限を簡単な回路で実行することができる。なお、直流—直流変換回路の出力電圧を高めると、負荷電流が増大し、風力発電機の電機子反作用に基づく電磁ブレーキ作用が増大し、回転速度の上昇が抑えられる。また、請求項4に示すようにインバータを設けると、交流負荷に対する電力供給が可能になる。また、請求項5に示すように直流—交流変換回路（インバータ回路）の出力電圧の制御によって風力発電機の出力電流を制御する場合にも請求項3の発明と同様な効果を得ることができる。また、請求項6の発明によれば蓄電池を負荷として使用することができると共に、蓄電池を電源として使用することができる。また、請求項7によれば回転速度の上昇を上限値に確実に抑えることが可能になる。また、請求項8及び9の発明によれば、風力発電機の設置環境に応じて種々の制限回転速度を得ることができる。

【0008】

【実施形態及び実施例】次に、図1～図11を参照して本発明の実施形態及び実施例を説明する。

【0009】

【第1の実施例】本発明の第1の実施例に従う風力発電電力制御装置は図1に示すように、風力発電機1と、整流回路2と、出力電流制御手段及び直流—直流変換手段としてのDC—DCコンバータ3と、インバータ4と、負荷5と、連系保護装置6と、商用電源連系端子7と、充電回路8と、蓄電池9と、回転制御回路10と、上限回転速度設定用固定負荷11と、スイッチ12とを備えている。

【0010】風力発電機1は風車13に結合された永久磁石から成る回転子14と、3相の電機子巻線15を有する固定子とを備えた周知の交流発電機である。なお、この交流発電機は外磁型と内磁型とのいずれであってもよい。

【0011】風力発電機1の電機子巻線15に接続された交流—直流変換手段としての整流回路2は周知の3相ブリッジ型整流回路であって、風車13及び回転子14の回転に基づいて電機子巻線15に発生した3相交流電圧を直流電圧に変換する。整流回路2の出力電圧は例えば50V以下の比較的低い値を有する。

【0012】整流回路2に接続されたDC—DCコンバータ3は、整流回路2の出力電圧をこれよりも高い電圧（例えば350V）に変換し、且つコンバータ3の出力電圧を一定に制御すると共に、本発明に従って出力電流を制御するように出力電圧を調整するものである。従って、コンバータ3は直流変換の機能の他に、本発明に従う回転速度制限用の電流制御手段としての機能も有する。このコンバータ3の詳細は追って説明する。

【0013】コンバータ3に接続されたインバータ4は、コンバータ3から出力された直流電圧を商用周波数

(例えば50Hz)の正弦波交流電圧に変換するものであり、例えば、周知のブリッジ型インバータ、ハーフブリッジ型インバータ等で構成し得る。

【0014】インバータ4に接続された負荷5は風力発電システム系内の交流負荷である。インバータ4と商用連系端子7との間に接続された連系保護装置6は商用電源側が停電した時に風力発電システム側を商用側から切り離すためのスイッチや連系に必要な周知の種々の手段を含む。

【0015】インバータ4に接続された充電回路8はインバータ4の出力電圧又は商用連系端子7から供給された電圧を整流して蓄電池9を充電するものである。なお、破線で示すように充電回路8をコンバータ3に接続し、コンバータ3の直流出力電圧で蓄電池9を充電することもできる。蓄電池9が満充電状態にない時には蓄電池9は風力発電システム内の負荷として機能する。蓄電池9の電力を負荷5に供給するために蓄電池9はこの放電手段としてのダイオード16を介してインバータ4の入力端子に接続されている。なお、蓄電池9と負荷5との間に蓄電池出力専用のインバータを接続することもできる。

【0016】風力発電機1の回転速度を上限値に抑えるための回転速度制限用負荷11はスイッチ12を介して整流回路2に接続されている。この負荷11はコンバータ3の出力端子又はインバータ4の出力端子又は電機子巻線15の出力端子に接続することもできる。

【0017】回転制御回路10は、回転速度検出器17と標準モード信号発生器18と昼夜切換モード信号発生器19と制限回転速度信号発生器20と上限回転速度信号発生器21と第1及び第2の比較器22、23とモード選択スイッチS1、S2とから成る。

【0018】回転速度検出器17は、電機子巻線15の出力ライン15aに接続され、発電機1の出力交流電圧の周波数を検出し、この周波数に対応した電圧値を有する速度検出信号Vsを出力する。図2(A)は速度検出器17を示し、交流抽出用コンデンサ17aと周波数-電圧変換回路17bとから成る。発電機出力ライン15aに接続されたコンデンサ17aは発電機出力電圧の交流成分を抽出する。この交流成分の周波数は発電機1の回転子14の回転速度に比例している。周波数-電圧変換回路17bはコンデンサ17aで抽出された交流成分の周波数に比例した電圧を出力するものであって、例えばVCO(電圧制御発振器)又は交流成分に対応したパルス形成回路と単位時間当りのパルス数を計数し、このパルス数に比例した電圧又はデジタル値を出力するものである。なお、図2(A)で点線で示すようにコンデンサ17aを整流回路2の出力端子に接続することができる。整流回路2の出力電圧には発電機1の回転速度に比例した脈流成分が含まれているので、コンデンサ17aでこの脈流成分を抽出することによって回転

速度を検出することができる。図2(B)は図2(A)の回転速度検出器17の代りに使用することができる別の回転速度検出器17'を示す。この速度検出器17'は、コンデンサ17aと周波数-電圧変換回路17bの他に電流検出器17cを有している。電流検出器17cは発電機出力ライン15aに結合され、ここに流れる電流を検出する。発電機出力電流の周波数は発電機1の回転速度に比例しているので、これをコンデンサ17aで抽出し、周波数-電圧変換回路17bで電圧に変換すると速度検出信号Vsを得ることができる。なお、電流検出器17cを図2(B)で点線で示すように整流回路2の出力ラインに接続し、整流出力の脈流成分を検出するように接続変更することができる。

【0019】標準モード信号発生器18は、発電機1の回転速度の制限を標準モードで実行することを示す標準信号M1を発生するものである。ここで、標準モードとは1日中即ち24時間中同一条件で回転速度の抑制を実行するモードである。

【0020】昼夜切換モード信号発生器19はタイマ19aを内蔵し、例えば昼間としての8時~20時の第1の時間帯を示す例えば高レベル信号と夜間の20時~8時の第2の時間帯を示す例えば低レベル信号とを含む昼夜切換モード信号M2を発生するものである。なお、第1及び第2の時間帯の区別をタイマ19aによって設定する代りに、光センサ、太陽発電等によって昼夜判定を自動的に行って昼夜切換モード信号を作成することもできる。

【0021】標準モード信号発生器18は標準モード選択スイッチS1を介して制限回転速度信号発生器20に接続され、昼夜切換モード信号発生器19は昼夜切換モード選択スイッチS2を介して制限回転速度信号発生器20に接続されている。スイッチS1、S2は択一的にオンになる。なお、スイッチS1、S2を設ける代りに、標準モード信号発生器18と昼夜切換モード信号発生器19とを択一的に動作させ、信号M1、M2を択一的に送出することもできる。

【0022】制限回転速度信号発生器20は、指定されたモードに従う制限回転速度に比例した電圧から成る制限回転速度信号Vr1又はVr2を発生する。図3に原理的に示すように制限回転速度信号発生器20は第1及び第2の電圧源24、25と第1及び第2のスイッチ26、27とNOT回路28とORゲート28aとから成る。制限回転速度信号出力ライン29は第1のスイッチ28を介して第1の電圧源24に接続されていると共に第2のスイッチ29を介して第2の電圧源25に接続されている。第1の電圧源24は図5に示す第1の基準電圧Vr1を発生する。第2の電圧源25は図5に示す第2の基準電圧Vr2を発生する。第1及び第2の電圧源24、25は調整可能な可変電圧源であって、任意の電圧を発生することができる。なお、第1及び第2の電圧源24、

25を電源端子とグランドとの間に3個の抵抗を直列接続した共通の分圧回路で構成し、この分圧回路の第1の分圧点から第1の基準電圧 $V_{r1}$ を得、第2の分圧点から第2の基準電圧 $V_{r2}$ を得ることもできる。ライン30、31はORゲート28aを介して第1のスイッチ26の制御端子に接続され、ライン31はNOT回路28を介して第2のスイッチ27の制御端子に接続されている。従って、第1のスイッチ26は、図1の標準モード信号発生器18に対してスイッチS1を介して接続されるライン30に標準モード信号M1が供給されている時にオンになり且つ昼夜切換モード信号発生器19に対してスイッチS2を介して接続されるライン31に昼夜切換モード信号M2の昼間を示す高レベル信号が供給されている時にオンになり、第1の基準電圧 $V_{r1}$ をライン29に出力する。第2のスイッチ27はライン31に昼夜切換モード信号M2の夜間を示す低レベル信号が供給されている時にオンになって第2の基準電圧 $V_{r2}$ をライン29に出力する。図5から明らかなように第2の基準電圧 $V_{r2}$ は第1の基準電圧 $V_{r1}$ よりも低く設定されている。標準モード選択スイッチS1がオンの時には、図3の第1のスイッチ26がオンになり、ライン29には常に第1の基準電圧 $V_{r1}$ からなる制限回転速度信号が出力する。また、昼夜切換モード選択スイッチS2がオンの時には、8時～20時の第1の時間帯に第1のスイッチ26がオンになり、第1の基準電圧 $V_{r1}$ がライン29に出力され、0時～8時及び20時～24時の第2の時間帯に第2のスイッチ27がオンになり、第2の基準電圧 $V_{r2}$ がライン29に出力される。なお、第1の基準電圧 $V_{r1}$ は第1の制限回転速度に対応し、第2の基準電圧 $V_{r2}$ は第2の制限回転速度に対応する。

【0023】第1の比較器22の一方の入力端子は速度検出器17に接続され、他方の入力端子は制限回転速度信号発生器20の出力ライン29に接続されている。ライン29は図5に示すように第1の基準電圧 $V_{r1}$ 又は第2の基準電圧 $V_{r2}$ となるので、速度検出器17から得られた回転速度検出信号 $V_s$ が第1又は第2の基準電圧 $V_{r1}$ 、 $V_{r2}$ よりも高くなる期間 $t_1 \sim t_2$ 、 $t_3 \sim t_4$ 、 $t_5 \sim t_6$ 、 $t_7 \sim t_8$ に出力ライン32に高レベルの比較出力が得られ、これがコンバータ3に送られて発電機1の回転速度の上昇の抑制に使用される。

【0024】第2の比較器23の一方の入力端子は速度検出器17に接続され、他方の入力端子は上限回転速度信号発生器21に接続されている。上限回転速度信号発生器21は、図5に示すように第1の基準電圧 $V_{r1}$ よりも高い第3の基準電圧 $V_{r3}$ から成る上限回転速度信号を発生する。従って、図5の $t_5' \sim t_6'$ 期間のように回転速度検出信号 $V_s$ が第3の基準電圧 $V_{r3}$ よりも高くなった時に比較器23は高レベル出力をライン33に送出し、スイッチ12をオンに制御する。スイッチ12がオンになると比較的小さい抵抗値の負荷11が整流回路

2に接続され、発電機1の出力電流即ち電機子電流が増大し、電機子反作用による電磁ブレーキ作用によって発電機1の回転速度の上昇が抑制される。この第2の比較器23による制御は、第1の比較器22の出力によるコンバータ3の制御によって発電機1の回転速度が所望値に抑制されない時に生じる。

【0025】コンバータ3は、図4に示すように直流～直流変換回路41とこの制御回路42とから成る。変換回路41は昇圧用リアクトル43とトランジスタから成るスイッチ素子44と整流ダイオード45と出力平滑用コンデンサ46とから成る周知の昇圧用変換回路である。スイッチ素子44は整流回路2の対の直流出力ライン2a、2b間にリアクトル43を介して接続されている。出力平滑用コンデンサ46はダイオード45を介してスイッチ素子44に並列に接続されている。従って、スイッチ素子44をオン・オフすると、コンデンサ46に昇圧された電圧を得ることができる。変換回路41は図4の回路に限定されるものではなく、ブリッジ型又はハーフブリッジ型インバータと出力整流平滑回路との組合せ回路又は一石型DC-DCコンバータ等とすることができる。

【0026】制御回路42はスイッチ素子44をオン・オフ制御するためのPWMパルスから成るスイッチ制御信号を形成するものであって、電圧検出回路としての抵抗47、48と、主基準電圧源49と、誤差増幅器50と、主基準電圧源用スイッチ51と、鋸波発生回路52と、比較器53と、補助基準電圧源54と、補助基準電圧源用スイッチ55とから成る。2つの抵抗47、48の直列回路は対のコンバータ出力ライン56、57間に接続され、これ等の分圧点58に出力電圧検出値が得られる。

【0027】誤差増幅器50の一方の入力端子は分圧点58に接続され、この他方の入力端子はスイッチ51を介して主基準電圧源49に接続されていると共にスイッチ55を介して補助基準電圧源54に接続されている。スイッチ51は図1の比較器22の出力ライン32が低レベルの時にオンになり、電圧源49の主基準電圧 $V_a$ を誤差増幅器50に送る。スイッチ55はスイッチ51と逆に動作するものであって、ライン32が高レベルの時にオンになり、電圧源54の補助基準電圧 $V_b$ を誤差増幅器50に送る。主基準電圧 $V_a$ はコンバータ3の通常の定電圧制御のための基準電圧であり、補助基準電圧 $V_b$ は回転速度制御用基準電圧であって、発電機1の出力電流を増大させるために主基準電圧 $V_a$ よりも好ましくは0.1～5%程度高く設定された電圧である。なお、標準モード時には図5の $t_5 \sim t_6$ 期間に図4のスイッチ55がオンになり、補助基準電圧 $V_b$ が誤差増幅器50に出力し、昼夜切換モード時には、図5の $t_1 \sim t_2$ 、 $t_3 \sim t_4$ 、 $t_5 \sim t_6$ 、 $t_7 \sim t_8$ 期間に図4のスイッチ55がオンになり、補助基準電圧 $V_b$ が誤差



増幅器 50 に入力する。

【0028】鋸波発生回路 52 は商用電源の周波数よりも十分に高い周波数（例えば 20～100kHz）で鋸波電圧を発生する。PWM 用比較器 53 は誤差増幅器 50 の出力と鋸波発生回路 52 の出力とを比較して周知の PWM パルスを形成し、スイッチ素子 44 の制御端子に送り、スイッチ素子 44 をオン・オフ制御する。なお、補助基準電圧源 55 を設ける代りに、鋸波発生回路 52 の鋸波電圧に  $V_b - V_a$  に相当するバイアス電圧をライン 32 の高レベル期間のみ与える手段を設けることができる。このように鋸波電圧にバイアス電圧を付加すると、比較器 53 の出力 PWM パルスの幅が増大し、変換回路 41 の出力電圧のレベルが高くなり、発電機 1 の出力電流が増大する。また、誤差増幅器 50 と比較器 53 の間に減算器を接続し、ライン 32 が高レベルの期間において  $V_b - V_a$  に相当する補正電圧を誤差出力から減算することができる。

【0029】図 6 の特性線 A は風速又は回転数に対する風力発電機 1 の発生可能な最大電力量を示す。この特性線 A から明らかなように風速が高くなるに従って出力可能な電力量は増加する。回転数が 2200rpm よりも高くなっても出力電力量は増大するが、この実施例では騒音及び振動を防止するために発電機 1 の回転数を最大で 2200rpm に制限する。図 5 の第 3 の基準電圧  $V_{r3}$  は上限回転数 2200rpm に相当している。第 1 の基準電圧  $V_{r1}$  は上限回転数 2200rpm の 80～99% 程度の回転数に対応している。第 2 の基準電圧  $V_{r2}$  は第 1 の基準電圧  $V_{r1}$  に対応する回転数の 60～90% 程度の回転数に対応している。

【0030】標準的に風力発電機 1 の回転速度を制限する時には、標準モード信号発生器 18 の出力をスイッチ S1 を介して制限回転速度信号発生器 20 に送る。回転速度検出信号  $V_s$  が図 5 に示すように変化し、標準モードが設定されているとすれば、 $t_5 \sim t_6$  期間に第 1 の基準電圧  $V_{r1}$  を回転速度検出信号  $V_s$  が横切る。この結果、 $t_5 \sim t_6$  区間で第 1 の比較器 22 の出力が高レベルになり、これにตอบสนองして図 4 のスイッチ 55 がオンになり、補助基準電圧  $V_b$  が誤差増幅器 50 に送られる。これにより、比較器 53 から出力される PWM パルスの幅が広がり、変換回路 41 の出力電圧が高くなり、負荷 5 に流れる電流、蓄電池 9 に流れる電流、及び商用連系端子 6 から商用側に流れる電流が増大する。夜間に風力発電機 1 の回転速度を低く抑えたい時には、昼夜切換モード用スイッチ S2 をオンにする。これにより、図 5 の場合には  $t_1 \sim t_2$ 、 $t_3 \sim t_4$ 、 $t_7 \sim t_8$  においても図 4 のスイッチ 55 がオンになり、発電機 1 の出力電流が増大し、回転速度の上昇が抑制される。この結果、夜間の騒音が低下する。

【0031】第 1 の比較器 22 の出力による回転速度抑制動作のみで回転速度を所望値に抑えることができず、

検出回転速度  $V_s$  が第 3 の基準電圧  $V_{r3}$  よりも高くなると、第 2 の比較器 23 の出力によってスイッチ 12 がオンになり、発電機 1 の出力電流が増大し、回転速度の上昇が抑制される。従って、本実施例においては、コンバータ 3 と補助負荷 11 との両方によって回転速度の上昇を円滑且つ小刻みに抑制することができる。

【0032】

【第 2 の実施例】次に、図 7～図 9 を参照して第 2 の実施例の風力発電電力制御装置を説明する。但し、第 2 の実施例を示す図 7～図 9 において第 1 の実施例を示す図 1～図 6 と共通する部分には同一の符号を付し、その説明を省略する。また、第 2 の実施例の風力発電電力制御装置において第 1 の実施例と共通する多くの部分の図示を省略し、第 2 の実施例においても図 1～図 6 を参照する。

【0033】第 2 の実施例の風力発電電力制御装置は、図 1 の回転制御回路 10 を図 7 の回転制御回路 10a に変形し、また、図 4 の制御回路 42 を図 8 の制御回路 42a に変形した他は、第 1 の実施例の風力発電電力制御装置と同一に形成したものである。

【0034】図 7 の回転制御回路 10a は図 1 の回転制御回路 10 と同様に速度検出器 17 と標準モード信号発生器 18 と昼夜切換モード信号発生器 19 とを有する。しかし、図 7 の回転制御回路 10a は、図 1 とは異なる制限回転速度信号発生器と比較手段を有している。

【0035】図 7 では図 1 及び図 3 の制限回転速度信号発生器 20 の代りに、標準モード用及び昼夜切換モードの昼間用として第 1、第 2 及び第 3 の回転速度検出用基準電圧源 24a、24b、24c が設けられ、また昼夜切換モードの夜間用として第 4、第 5 及び第 6 の回転速度検出用基準電圧源 24d、24e、24f が設けられている。第 1、第 2 及び第 3 の回転速度検出用基準電圧源 24a、24b、24c の第 1、第 2 及び第 3 の回転速度検出用基準電圧  $V_{r1a}$ 、 $V_{r1b}$ 、 $V_{r1c}$  は図 9 に示すようにこの順番に高くなるように設定されている。第 4、第 5 及び第 6 の回転速度検出用基準電圧源 24d、24e、24f の第 4、第 5 及び第 6 の回転速度検出用基準電圧  $V_{r1d}$ 、 $V_{r1e}$ 、 $V_{r1f}$  は図 9 に示すようにこの順番に高くなり且つ第 1、第 2 及び第 3 の回転速度検出用基準電圧  $V_{r1a}$ 、 $V_{r1b}$ 、 $V_{r1c}$  よりも低くなるように設定されている。なお、基準電圧源 24a～24f は複数の分圧点を有する抵抗の直列回路から成る共通の分圧回路によって構成することもできる。

【0036】図 7 の回路は、図 1 の 1 つの比較器 22 の代りに、第 1～第 6 の比較器 22a、22b、22c、22d、22e、22f を有する。第 1～第 6 の比較器 22a～22f の一方の入力端子は速度検出器 17 にそれぞれ接続され、他方の入力端子は基準電圧源 24a～24f に接続されている。第 1、第 2 及び第 3 の比較器 22a、22b、22c の出力から 1 つを選択するため



の論理回路として、2つのANDゲート60、61と2つのNOT回路62、63が設けられている。第1のANDゲート60の一方の入力端子は第1の比較器22aに接続され、この他方の入力端子はNOT回路62を介して第2の比較器22bに接続されている。第2のANDゲートの一方の入力端子は第2の比較器22bに接続され、この他方の入力端子はNOT回路63を介して第3の比較器22cに接続されている。この結果、第1及び第2のANDゲート60、61の出力ラインA1、A2と第3の比較器22cの出力ラインA3には第1～第3の比較器22a～22cの内の1つの出力のみが得られる。

【0037】第4、第5及び第6の比較器22d、22e、22fの出力から1つを選択するための論理回路として、ANDゲート64、65とNOT回路66、67とが設けられている。ANDゲート64の一方の入力端子は第4の比較器22dに接続され、この他方の入力端子はNOT回路66を介して第5の比較器22eに接続されている。ANDゲート65の一方の入力端子は第5の比較器22eに接続され、この他方の入力端子はNOT回路67を介して第6の比較器22fに接続されている。従って、ANDゲート64、65の出力ラインA4、A5と比較器22fの出力ラインA6には第4、第5及び第6の比較器22d、22e、22fから選択された1つの出力のみが得られる。

【0038】図8に示す制御回路42aは、図4の制御回路42と同一の出力電圧検出用抵抗47、48と、通常の定電圧制御用基準電圧源49と、誤差増幅器50と、スイッチ51と、鋸波発生器52と、PWM用比較器53とを有する他に、第1～第6の回転制御用基準電圧源71、72、73、74、75、76と、第1～第6の基準電圧切換用スイッチ77、78、79、80、81、82と、第1及び第2のモード切換スイッチ83、84と、ORゲート85と、NOT回路86とORゲート87とを有する。

【0039】第1～第3の回転制御用基準電圧源71～73の電圧Vb1、Vb2、Vb3はこの順に高くなり且つ通常の定電圧制御用基準電圧源49の電圧Vaよりも高く設定されている。また、第4～第6の回転制御用基準電圧源74～76の電圧Vb4、Vb5、Vb6もこの順に高くなり且つ定電圧制御用基準電圧源49の電圧Vaよりも高く設定されている。第1、第2及び第3の回転制御用基準電圧源71、72、73は第1、第2及び第3の基準電圧切換用スイッチ77、78、79を介して互いに並列に接続され、更に第1のモード切換スイッチ83を介して誤差増幅器50の負入力端子に接続されている。第4、第5及び第6の回転制御用基準電圧源74、75、76は第4、第5及び第6の基準電圧切換用スイッチ80、81、82を介して互いに並列に接続され、更に第2のモード切換スイッチ84を介して誤差増

幅器50の負入力端子に接続されている。第1、第2、第3、第4、第5及び第6の基準電圧切換用スイッチ77、78、79、80、81、82は第1～第6のラインA1、A2、A3、A4、A5、A6が高レベルの時にオンになる。なお、図8の第1～第6のラインA1～A6は図7で同一符号で示すラインA1～A6に接続される。

【0040】図8のORゲート85はライン30、31に接続されている。従って、ライン30に標準モード信号M1が与えられている時、又はライン31に高レベルの昼夜切換モード信号M2が与えられている時にORゲート85は高レベル出力を発生し、第1のモード切換スイッチ83をオンに制御する。第2のモード切換スイッチ84はライン31に接続されたNOT回路86の高レベル出力にตอบสนองしてオンになる。なお、NOT回路86に直列に昼夜切換モード選択スイッチS2'が接続されているので、第2のモード切換スイッチ84は昼夜切換モードの時にのみNOT回路86の出力にตอบสนองする。図8の昼夜切換モード選択スイッチS2'は図7のスイッチS2に連動し、昼夜切換モード時のみにオンになる。

【0041】図8の通常モード基準電圧用スイッチ51を制御するための6入力ORゲート87は第1～第6のラインA1～A6に接続されている。スイッチ51は6入力ORゲート87の出力が低レベルの時にオンになり、高レベルの時にオフになる。

【0042】図7の標準モードスイッチS1がオンに操作されている時には、図8の第1のモード切換スイッチ83がオンになる。図9のt2時点に示すように回転速度検出信号Vsが電圧源24aの第1の回転速度検出用基準電圧Vr1aに達すると、図7の第1の比較器22aの出力が高レベルになり、第1のANDゲート60及びラインA1も高レベルになり、図8のスイッチ77がオンになり、スイッチ51がオフになる。この結果、通常制御用基準電圧源49が切り離され、この代りに第1の回転制御用基準電圧源71が誤差増幅器50に接続される。電圧源71の電圧Vb1は電圧源49の電圧Vaよりも僅かに高いので、コンバータ3の出力電圧を増大させる動作が第1の実施例と同様な原理で生じ、風力発電機1の負荷電流が増大し、風力発電機1の回転速度の上昇が抑制される。電圧源71の基準電圧Vb1はインバータ4の出力電圧の増大を防ぐために通常の定電圧制御の基準電圧Vaよりも大幅に高くすることができない。従って、第1の回転制御用基準電圧Vb1によって回転速度を目標値に抑えることが不可能な場合もある。この様な場合には、回転速度検出信号Vsが更に上昇するので、第2の比較器22bから高レベル出力が発生し、図8のスイッチ78がオンになり、電圧源72の第2の回転速度制御用基準電圧Vb2が誤差増幅器50に供給される。これにより、コンバータ3の出力電圧を高める動作が生じ、負荷電流が増大し、風力発電機1の回転速度の上昇

の抑制作用即ち電磁ブレーキ作用が強くなる。第2の回転速度制御用基準電圧 $V_{b2}$ によって目標とする回転速度にならない時には、図7の第3の比較器22cの出力が高レベルになり、図8の第3のスイッチ79がオンになり、第3の回転速度制御用基準電圧 $V_{b3}$ が誤差増幅器50に供給され、コンバータ3の出力電圧を高める動作が生じ、負荷電流が増大し、回転速度の上昇が抑制される。上述のように、第1、第2及び第3の比較器22a、22b、22cの出力によって段階的にコンバータ3の出力電圧を高めると、出力電圧の急激な変化が発生せず、商用電源との連系の乱れを防ぐことができる。第3の比較器22cの出力によっても回転速度を上限回転速度以下に抑えることができない時には、上限回転速度検出用比較器23の出力が高レベルになり、図1のスイッチ12がオンになり、負荷電流が大幅に増大し、風力発電機1の回転速度が強制的に上限回転数(220Orpm)以下に抑えられる。

【0043】図7の昼夜切換モード選択スイッチS2がオンの時には、ライン31が8～20時の第1の時間帯で高レベル、20時～8時の第2の時間帯で低レベルになる。8時～20時の第1の時間帯の時には図8のスイッチ83がオンになり、標準モード時と同様に第1、第2及び第3の比較器22a、22b、22cの出力に基づいて第1、第2及び第3の回転速度制御用基準電圧 $V_{b1}$ 、 $V_{b2}$ 、 $V_{b3}$ が選択され、標準モード時と同様な回転速度制御が生じる。20時～8時の第2の時間帯の時には、図8のNOT回路86の出力が高レベルになり且つスイッチS2'がオンになり、更にスイッチ84がオンになる。この状態で例えば図9のt1時点になると、図7の第4の比較器22dの出力が高レベルになり、図8のスイッチ80がオンになり、第4の回転速度制御用基準電圧 $V_{b4}$ が誤差増幅器50に供給され、図9のt2時点の場合と同様な回転速度制御動作が生じる。

【0044】図9では20時～8時の夜間における上限回転速度を昼間のそれと同一にしているが、夜間の上限回転速度検出用の比較器を独立に設け、図9の基準電圧 $V_{r3}$ よりも低い基準電圧を上記夜間の上限回転速度検出用比較器に与えてもよい。

【0045】

【第3の実施例】次に、図10及び図11を参照して第3の実施例の風力発電電力制御装置を説明する。但し、図10及び図11において図1～図4と実質的に同一の部分には同一の符号を付してその説明を省略する。また、第3の実施例においても図1～図6を参照する。

【0046】図10の風力発電電力制御装置は、図1のコンバータ3及びインバータ4を変形したコンバータ3a、インバータ4aを設けた他は図1と同一に構成したものである。図10のコンバータ3aは図4のコンバータ3から基準電圧源54とスイッチ55とを省いた他は図4と同一に形成したものである。図10のインバータ

4aは、図1のインバータ4に回転速度制御系を付加したものであり、図11に原理的に示すように、直流-交流変換回路91とこの制御回路92とから成る。変換回路91はコンバータ3aの直流出力ラインに対してブリッジ接続されたスイッチQ1～Q6とフィルタ93とから成る周知の回路である。図11には3相変換回路91が示されているが、勿論単相変換回路にすることもできる。

【0047】制御回路92は、フィルタ93の出力電圧を一定にするようにスイッチQ1～Q6をオン・オフ制御すると共に、風力発電機1の回転速度を制限するようにスイッチQ1～Q6を制御するものであって、電圧検出回路94と定電圧制御用基準電圧源49aと誤差増幅器50aとスイッチ51aと鋸波発生回路52aとPWMパルス用比較器53aと回転速度制御用基準電圧源54aとスイッチ55aと正弦波基準電圧信号発生器95と乗算器96と制御信号形成回路97とから成る。

【0048】図11の電圧検出器94はインバータ4aの出力電圧を検出して誤差増幅器50aに与える。図11の基準電圧源49a、誤差増幅器50a、スイッチ51a、鋸波発生回路52a、比較器53a、回転速度制御用基準電圧源54a及びスイッチ55aは、図4の基準電圧源49、誤差増幅器50、鋸波発生回路52、比較器53、回転速度制御用基準電圧源54及びスイッチ55と同様に動作する。また、電圧源49a、54aの基準電圧 $V_a'$ 及び $V_b'$ は図4の基準電圧 $V_a$ 及び $V_b$ と同様に $V_a' < V_b'$ に設定されている。スイッチ55aは図10のライン32が高レベルの時にオンになる。スイッチ51aはスイッチ55aと反対に動作する。従って、誤差増幅器50aの負入力端子には発電機1の回転速度が制限回転速度よりも高くなった時にのみ回転速度制御用基準電圧 $V_{b'}$ が供給される。正弦波基準信号発生器95は、商用連系端子7の正弦波交流電圧に同期した正弦波電圧を発生する。乗算器96は正弦波基準信号発生器95の出力に誤差増幅器50aの出力を乗算して正弦波基準電圧の振幅を調整する。比較器53aの負入力端子は乗算器96に接続され、正入力端子は鋸波発生回路52aに接続されている。鋸波発生回路52aは商用電源の周波数よりも十分に高い周波数で鋸波電圧を発生するので、比較器53aからはインバータ4aから正弦波出力電圧を得られるようにPWM変調されたパルスが発生する。制御信号形成回路97は比較器53aの出力に基づいて周知の方法でスイッチQ1～Q6のオン・オフ制御信号を形成する。

【0049】第3の実施例の風力発電電力制御装置においても、例えば図5に示すように発電機1の回転速度が変化すると、第1の実施例と同様に回転速度の上昇を抑制する動作が生じる。要するに、第1の実施例ではコンバータ3で出力電圧を制御したのに代って第3の実施例ではインバータ4aによって出力電圧を制御し、負荷電

流の増大を図り、電磁ブレーキ効果で回転速度の上昇を抑制している。従って、第3の実施例によっても第1の実施例と同一の効果を得ることができる。

【0050】

【変形例】本発明は上記実施例に限定されるものではなく、例えば次の変形が可能なものである。

(1) 第3の実施例でインバータ4aで回転速度を制御する場合においても、図7～図9に示す第2の実施例と同様に多段階制御を行うことができる。

(2) 負荷11を抵抗で構成せず蓄電池とすることができる。

(3) 昼夜切換モードの昼間時間帯と夜間時間帯の時間幅を任意に変えることができる。

(4) 1日を3つ以上の時間帯に分け、各時間帯の制限回転速度に差を持たせることができる。

(5) 実施例では回転速度検出器17を交流又は脈流成分によって回転速度を検出する構成にしているが、この構成の簡略化が図られているが、これに代って回転子14又は風車13の回転を光学的又は電磁的に検出し、回転速度を示す信号を得ることもできる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例の風力発電電力制御装置を示すブロック図である。

【図2】速度検出器を示すブロック図である。

【図3】図1の制限回転速度信号発生器を示す回路図である。

【図4】図1のコンバータを詳しく示す回路図である。

【図5】回転速度検出信号の変化と速度制限との関係を示す図である。

【図6】風速及び回転数と発電機の最大出力電力量との関係を示す図である。

【図7】第2の実施例の風力発電電力制御装置の速度制御回路を示す回路図である。

【図8】第2の実施例のコンバータの制御回路を示す回路図である。

【図9】第2の実施例の回転速度検出信号の変化と回転速度制御との関係を示す図である。

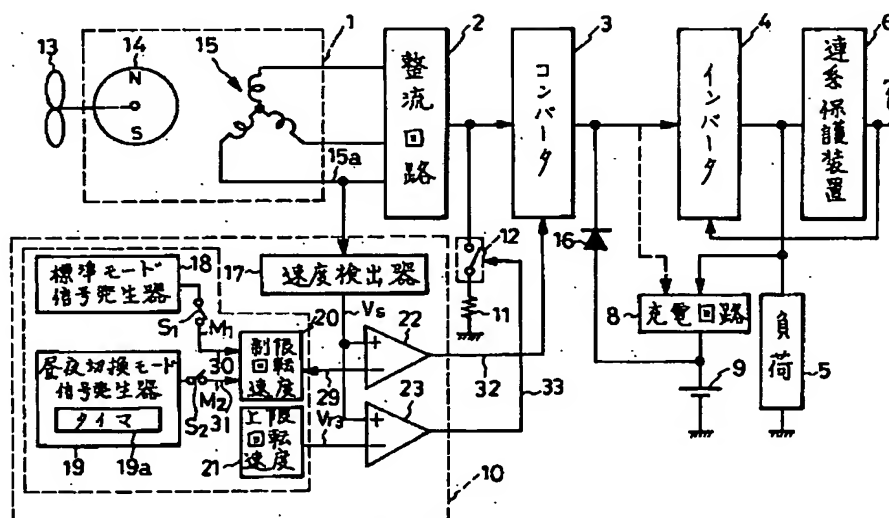
【図10】第3の実施例の風力発電電力制御装置を示すブロック図である。

【図11】図10のインバータを示す回路図である。

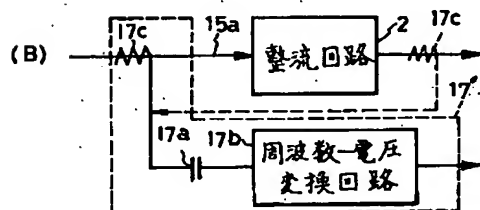
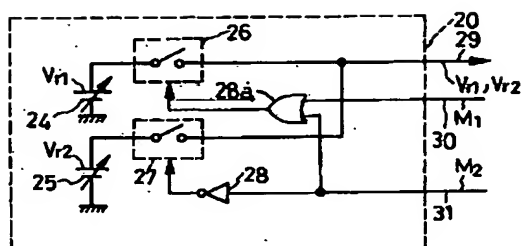
【符号の説明】

- 1 風力発電機
- 3 コンバータ
- 4 インバータ
- 5 負荷
- 10 速度制御回路
- 17 速度検出器
- 22、23 比較器

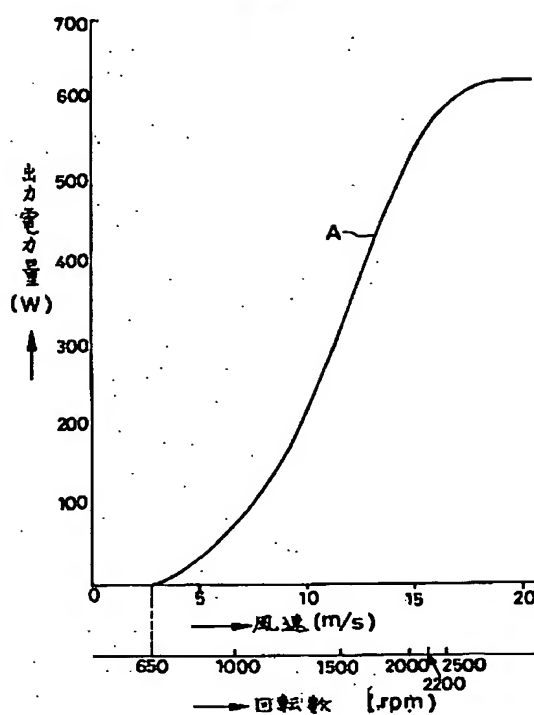
【図1】



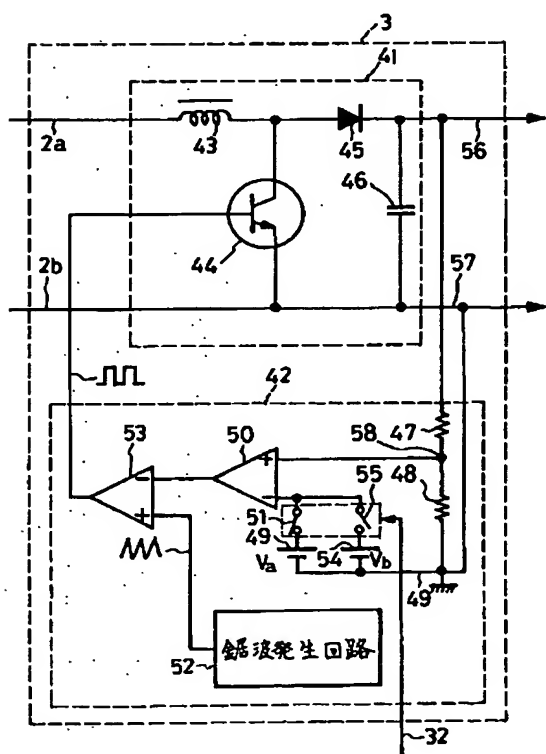
【図 3】



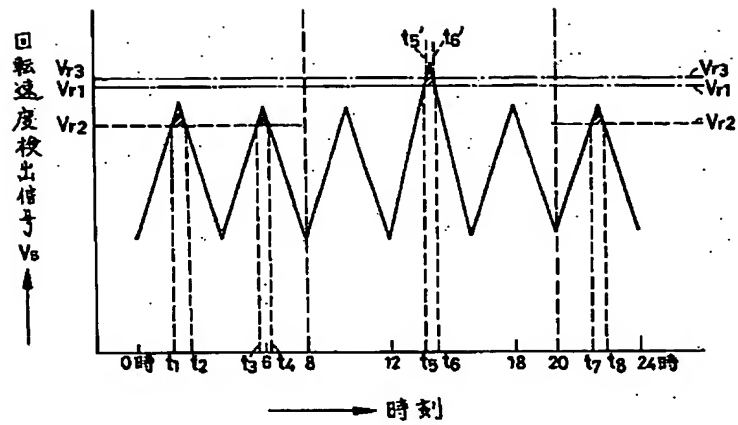
【图6】



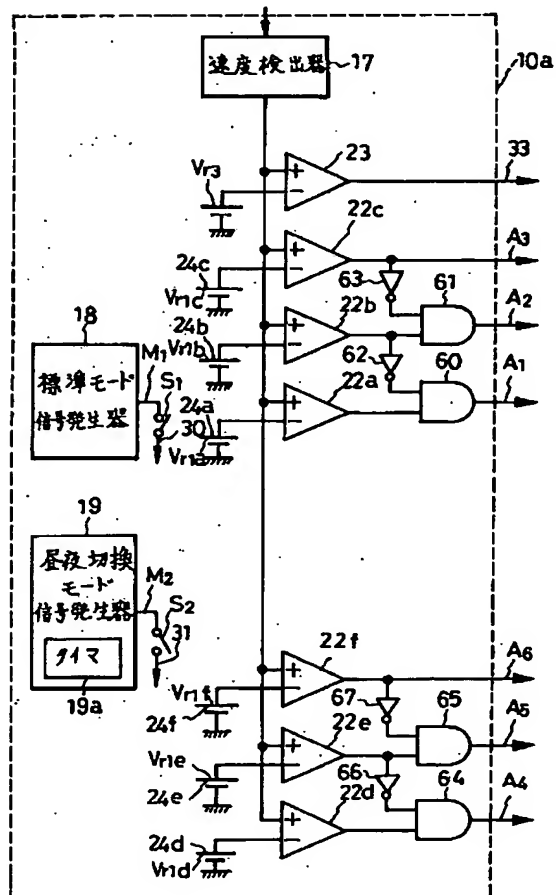
【图 4】



【図5】



【図7】





(72) 発明者 佐藤 清  
東京都港区赤坂 6 丁目 13 番 19 号 ゼファー  
株式会社内



Fターム(参考) 3H078 AA26 BB03 BB07 BB15 CC15  
CC22 CC32 CC54 CC66 CC73  
5H590 AA06 AA30 AB15 CA14 CC02  
CC18 CC24 CD01 CD03 CE05  
EA07 EB02 EB12 EB13 EB14  
FA08 FB01 FB03 FC21 FC26  
GA02 GA10 HA02 HA27 HB06  
HB14 JA09 JB06 JB13

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☐ **FADED TEXT OR DRAWING**

☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**